



## EXPERIMENTOS DE FÍSICA EM SALA DE AULA COM O ENFOQUE NA PRODUÇÃO E EXECUÇÃO AUTÔNOMA POR PARTE DOS ALUNOS

Fábio Domingui

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Éverton Fabian Jasinsk

Araranguá  
Setembro de 2016.

Experimentos de Física em sala de aula com enfoque na Produção e Execução  
Autônoma dos alunos

Fábio Domingui

Orientador:  
Prof. Dr. Éverton Fabian Jasinski

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de  
Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos  
requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de  
Física.

Aprovada por:

  
Prof. Dr. Éverton Fabian Jasinski  
Prof. Dr. Marcelo Correa Ribeiro  
Prof. Dr. Marcelo Freitas de Andrade  
Prof. Dr. Bernardo Walmott Borges

Araranguá, SC  
setembro de 2016

## MODELO de FICHA CATALOGRÁFICA

S586p Domingui, Fábio

Experimentos de física em sala de aula com enfoque na produção e execução autônoma por parte dos alunos. / Fábio Domingui, Araranguá, SC. 2016, viii, 77 f.: il.;30cm.

Orientador: Éverton Fabian Jasinski

Dissertação (mestrado) – UFSC / Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2016.

1. Ensino de Física. 2. Física Experimental. 3. Autonomia do aluno. Apropriação do conhecimento I Jasinski, Everton F. II. Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esta dissertação aos meus pais.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus e meus pais, pois sem eles nada disso seria possível. Agradeço meus familiares e amigos, que de uma forma ou outra, me ajudaram e me apoiaram para a permanecer firme na caminhada até aqui. Também não posso esquecer da minha namorada que se manteve ao meu lado em todos os momentos, inclusive nos momentos chatos, ajudando e me motivando.

Agradeço também à CAPES pelo apoio financeiro por meio de bolsa concedida através do programa PROFÍS. Também é importante parabenizar o trabalho da UFSC campus Araranguá, por trazer o mestrado até mais perto e disponibilizar um programa de Pós-Graduação de qualidade.

Agradeço de forma geral aos colegas e professores do curso, em especial o professor Dr Éverton, pois dentro desse trabalho há um pouco de cada um, através de suas contribuições e conselhos que sempre serviram de apoio na construção do conhecimento.

Por fim não poderia esquecer dos meus alunos, pois sem a colaboração deles este trabalho não teria acontecido. Ainda destaco a importância de seu comprometimento, uma vez que de agora em diante outros alunos poderão se beneficiar do trabalho produzido por eles

## **RESUMO**

### **EXPERIMENTOS DE FÍSICA EM SALA DE AULA COM O ENFOQUE NA PRODUÇÃO E EXECUÇÃO AUTÔNOMA POR PARTE DOS ALUNOS**

Fábio Domingui

Orientador:  
Éverton Fabian Jasinski

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá (UFSC) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

O trabalho tem como público alvo alunos da Escola de Educação Básica Coronel Marcos Rovaris da rede pública estadual de Criciúma e tem como objetivo produzir, aplicar e avaliar experimentos de física de maneira autônoma por parte dos alunos. O trabalho tem como foco principal pesquisar sobre uma forma de aplicação de experimentos que difere dos métodos mais tradicionais, uma vez que o aluno não só observará o experimento, mas também será responsável pela construção do mesmo. Deste modo, quem irá produzir, executar, extrair dados, será o próprio aluno e dele também será a responsabilidade de analisar os dados encontrados, verificando se estão dentro do esperado. Partindo de roteiros experimentais simples e que permitem modificação, os alunos assumem toda responsabilidade podendo alterar ou adaptar os roteiros com suas próprias ideias. Os temas tratados estão relacionados com os conteúdos do Plano Nacional de Educação para os anos do ensino médio regular como: aplicações das leis de Newton e eletromagnetismo. O trabalho visa despertar o interesse para realização de experimentos de física e também desenvolver habilidades em tarefas laboratoriais, como seguir procedimentos experimentais básicos de coleta e análise de dados. O texto ainda apresentará um relato baseado nos resultados encontrados, juntamente com entrevistas e questionamentos realizados com os alunos, serão analisados pontos como qualidade do aprendizado, empenho dos alunos, tempo gasto e qualidade dos experimentos produzidos. A pesquisa busca trazer uma realidade sobre a viabilidade do método aplicado, mostrando pontos positivos e pontos que ainda necessitam ser melhorados dentro do procedimento proposto.

Palavras-chave: Ensino de Física, Física Experimental, Autonomia do Aluno

Araranguá  
Setembro de 2016.

## **ABSTRACT**

### **PHYSICS EXPERIMENTS IN CLASSROOM WITH FOCUS ON PRODUCTION AND AUTONOMUS IMPLEMENTATION BY THE STUDENTS**

Fabio Dominguni

Supervisor(s):  
Éverton Fabian Jasinski

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The work has as target audience students from Basic Education School Coronel Marcos Rovaris in state system from Criciúma, has how goal produce, apply, and evaluate physics experiments autonomously by the students. The work has as principal focus research about a form of application of experiments that differs of the traditional methods, once that the student just not observe the experiment, but to will be responsible for your de construction. Therefore, who will produce, execute, extract the data found, verifying IF they were inside from expected. Starting from ready experiments scripts, the students assumes all responsibility, being able to chance or adapt the scripts with their own ideas. The topics discussed are tied up contents of the Plano Nacional de Educação (National Education Plan) for the year of secondary school as: application of Newton's Law and electromagnetism. The work aim at awaken for accomplishment of physics experiments and also develop abilities in labor activities, as follow basic experimental procedure to collection and analysis of data. The text will still presents a report based on observed results, together with interviews and questionnaires carried out with students, will be analyzed points as quality of learning, pupils' motivation, time spend and quality of produced experiments. The research quest for a reality about the feasibility of the applied method, showing good points and points that still needs be bettered inside of proposed procedure

Keywords: Physics education, Phisics experimetal, Learner autonomy.

Araranguá  
September of 2016

## Sumário

Capítulo 1 Introdução .....	1
1.1 Objetivos.....	3
Capítulo 2 Fundamentação Teórica .....	4
2.1 Importância dos experimentos no processo de ensino aprendizagem .	4
2.2 Realidade nacional sobre experimentos para ensino de Física .....	7
2.3 Formação de Professores .....	8
2.4 Critérios de escolha para atividade experimental .....	9
2.5 Realização de experimento pelo aluno.....	10
Capítulo 3 Metodologia .....	11
3.1 Delineamento da pesquisa e público alvo .....	11
3.2 Produto educacional .....	12
3.3 Autonomia do aluno .....	12
3.4 Escolha dos Temas e Construção dos roteiros .....	13
Capítulo 4 Resultados e Discussões .....	15
4.1 Balança de Mola .....	15
4.1.1 Público alvo .....	16
4.1.2 Desenvolvimento da prática.....	16
4.1.3 Atividade Experimental .....	17
4.1.4 Resultados balança da mola.....	23
4.2 Eletroímã .....	25
4.2.1 Público alvo .....	26
4.2.2 Desenvolvimento da prática.....	26
4.2.3 Atividade Experimental .....	27
4.2.2 Análise dos resultados.....	32
4.3 Análise geral .....	35
Capítulo 5 Considerações Finais.....	38
Apêndice A Balança de Mola .....	40
Apêndice B Eletroímã .....	48
Referências Bibliográficas.....	57



# Capítulo 1

## Introdução

Há alguns anos criou-se um movimento em favor da educação gratuita de qualidade, no qual o foco está no ensino de nível fundamental e médio. Para atingir esse objetivo foram criadas diversas iniciativas que contavam com o incentivo governamental e de instituições independentes. Porém, para que venha dar frutos no futuro, o principal colaborador dessa atividade deve ser o professor, que precisa se empenhar em levar o conhecimento da melhor forma ao seu aluno.

Partindo da ideia que tudo no mundo está evoluindo, a profissão de professor exige uma constante atualização de conhecimentos e de metodologias. O professor também deve se adequar às novidades e aos jovens, que estão cercados por informação e tecnologia que afetam diretamente em seu interesse e desempenho em sala de aula.

Estudiosos de todas as áreas de conhecimento apontam e desenvolvem uma diversidade de novos métodos que permitem ao professor trabalhar em uma sala de aula, de forma objetiva e atraente. Na disciplina de física não é diferente, vários são os caminhos que vem sendo tomado, entre eles é possível citar a utilização de vídeos, documentários, simuladores de computador, aplicativos de celular e aulas experimentais. Pensando nisso o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), desenvolvido pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), buscou criar ferramentas que ajudassem professores de física do ensino médio na tarefa de lecionar os princípios e os fenômenos físicos.

Tendo como foco o ato de explorar a experimentação em sala de aula, a primeira palavra que surge é inovar, fazer mudanças que possam transformar o resultado final, ou seja, melhorar ainda mais o aprendizado do aluno. De acordo com Moraes e Moraes (2000), aulas práticas geram melhorias

significativas na aprendizagem dos alunos e os resultados são ainda melhores quando relacionada a um exemplo do cotidiano dos alunos.

Com o intuito de contemplar esses princípios, buscamos desenvolver materiais destinados ao professor do ensino médio, nos quais, serão apresentadas aulas com roteiros experimentais que seguem as competências exigidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

De acordo com PCNEM (2016) o ensino de Física deve apresentar-se como um conjunto de competências e conteúdo que permitam que o aluno perceba os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no seu cotidiano quanto em situações distantes, construindo princípios, leis e modelos específicos em cada assunto. Podendo compreender também, a linguagem própria da Física, considerando que seus conceitos e terminologia são bem definidos, assim como sua representação que pode ser expressa em forma de gráficos, tabelas ou relações matemáticas.

Para atingir essas competências existem diversos métodos apresentados em trabalhos acadêmicos de como um professor pode aplicar uma aula experimental. Entre esses o mais comum consiste em o docente realizar toda a atividade experimental e o aluno ser apenas um telespectador assistindo e tentando compreender o fenômeno que está sendo exposto.

O material desenvolvido para esse trabalho, sugere que o experimento seja executado pelos alunos. Permitindo-lhes aprender de perto as características do fenômeno físico além de captar, tabular e processar os dados referentes à atividade. Essa mesma ideia já é usada nos cursos superiores há muito tempo, onde o aluno tem total responsabilidade pelo experimento aprendendo na prática o que executará após a conclusão do curso. Baseado nesse parâmetro acredita-se que se aplicado da forma correta esse método seja mais eficiente no aprendizado do aluno, pois o mesmo teria participação direta na atividade.

Poucos trabalhos acadêmicos divulgados apresentam essa metodologia aplicada em alunos do ensino médio. Deste modo, o material desenvolvido será aplicado em turmas do ensino médio regular da Escola de Educação Básica Coronel Marcos Rovaris da rede pública estadual localizada em Criciúma com o intuito de avaliar o material do professor e o nível de aproveitamento da atividade realizada pelos alunos.

A aplicação envolveu duas atividades experimentais, a primeira foi desenvolvida com turmas de 1º ano, através do experimento Balança de Mola, dentro do conteúdo de aplicações das leis de Newton. Já a segunda envolvia turmas do 3º ano do ensino médio com o experimento do Eletroímã que se enquadrava com um tema dentro do conteúdo de eletromagnetismo.

## **1.1 Objetivos**

O objetivo almejado é desenvolver, aplicar e avaliar um produto educacional na forma de cartilhas, que tem como metodologia a atividade experimental realizada de forma autônoma pelo aluno. Dentre deste contexto buscamos atingir outros objetivos como:

- Realizar atividades experimentais para melhor assimilação dos conceitos de Física através da visualização prática do fenômeno;
- Mostrar para o aluno situações reais onde se aplicam os conceitos aprendidos em sala de aula;
- Criar cartilhas com aulas experimentais para auxiliar outros professores na aplicação do método experimental;
- Motivar os alunos no estudo da disciplina de física;
- Criar o hábito no aluno de realizar o próprio experimento.
- Contribuir com publicações futuras

## Capítulo 2

### Fundamentação Teórica

O ensino de física propõe muito desafios e um dos mais relevantes trata-se da busca por melhores condições para um processo de ensino/aprendizagem de qualidade. Esta proposta vem sendo feita por professores e pesquisadores por todo o mundo no decorrer dos tempos.

As dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino em geral e particularmente o ensino de Física não são recentes e têm sido diagnosticados há muitos anos, levando diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores a refletirem sobre suas causas e consequências (ARAÚJO & ABID, 2003, p.176).

De acordo com Gaspar e Monteiro (2005) a partir da década de 70 começaram a surgir em todo mundo locais onde se realizavam demonstrações experimentais aos visitantes, esse movimento deu início a um processo de estímulo a essa prática, pois era visível o encantamento das pessoas que a assistiam. Fatores assim indicaram que essa atividade pode ser pedagogicamente válida em sala de aula.

Para isso “é essencial que se encontre uma fundamentação teórico-pedagógica adequada que justifique sua validade pedagógica e oriente sua estruturação e desenvolvimento no ambiente escolar” (GASPAR & MONTEIRO, 2005, p.227).

O objetivo da educação é formar cidadãos conscientes e atuantes, dessa forma o ensino de física pode e deve ser um instrumento para ajudar a atingir esse objetivo (MORAES & MORAES, 2000).

#### 2.1 Importância dos experimentos no processo de ensino aprendizagem

A atividade experimental tem uma importância já reconhecida como uma metodologia de ensino, seus resultados comprovados e aceitos pela comunidade científica e pelos professores e dentro deste contexto existem uma

diversidade de diferentes métodos que podem ser explorados (NEVES & CABALLERO, 2006).

Através dos experimentos e da aprendizagem fundamental dos conteúdos científicos os alunos podem desenvolver as capacidades científicas necessárias para atuarem na sociedade de forma mais eficaz. Independentemente de seu campo de ação, os experimentos representam um meio para a criação de oportunidades para o desenvolvimento dos alunos (THOMAZ, 2000).

Em seus estudos, Moraes e Moraes (2000) identificaram que os resultados da aprendizagem podem ser melhorados significativamente com implantação de aulas práticas e experimentos em laboratório. A melhoria nos índices de aprendizagem ocorre tanto para aulas sob os moldes tradicionais, quanto para aulas sob uma perspectiva ativa.

Outro fator responsável por uma melhoria da aprendizagem, também identificado por Moraes e Moraes (2000), é a utilização de exemplos que se aproximem da realidade cotidiana observada e vivenciada pelos educandos.

“A utilização destes dois recursos acima mencionados é viável como proposta a ser implantada por professores de Física, mesmo que estes não desejem mudar suas metodologias de ensino de tradicional para um método ativo” (MORAES & MORAES, 2000, p.242).

De acordo com estudos de Thomaz (2000, p.361 *apud* KELLY, 1955) “O processo de aprendizagem é um processo individual, cativo, criativo, emocional e racional. Cabe ao aprendiz a responsabilidade da sua aprendizagem. Cabe ao professor proporcionar oportunidades para que os alunos aprendam”.

Outros autores defendem a ideia de que as atividades experimentais não devem ser utilizadas apenas como instrumento motivador, mas sim como um instrumento que propicie a construção do conhecimento e de concepções científicas. Barbosa, Paulo e Rinaldi (2000) apoiam esse parecer e afirmam que é necessário que haja uma interação didática e pedagógica entre a atividade experimental e o desenvolvimento desses conceitos. O professor precisa estar preparado para interligar o trabalho prático à aprendizagem científica do aluno.

“Conhecer a função pedagógica das atividades experimentais, seu objetivo e como se classificam é fundamental, pois, permite ao professor planejar uma aula mais objetiva e eficiente” (SILVA & REIS, 2013, p.41).

Segundo Hodson (1998 *apud* Galiazzi *et al*, 2001, p. 252-253) os próprios professores apontam dez motivos que justificam e motivam a realização de atividades experimentais na escola.

1. Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
2. Promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
3. Desenvolver habilidades manipulativas;
4. Treinar em resolução de problemas;
5. Adaptar as exigências das escolas;
6. Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
7. Verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
8. Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;
9. Motivar e manter o interesse na matéria;
10. Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência

"A experimentação pode contribuir para aproximar o ensino de Ciências das características do trabalho científico, além de contribuir também para a aquisição de conhecimento e para o desenvolvimento mental dos alunos" (AXT, 1991, p. 79/80).

Infelizmente, muitos dos trabalhos experimentais que são propostos nas escolas e universidades são estruturados de uma forma que não proporciona oportunidades reais para a aprendizagem ou para o desenvolvimento de capacidades que poderão ser úteis na atuação na vida futura como profissionais e como cidadãos (THOMAZ, 2000).

"Isto acarreta dificuldades para o aluno na elaboração dos conceitos básicos e "modelos científicos" para explicar os fenômenos que estão inseridos no contexto da sua vida diária" (BARBOSA, PAULO & RINALDI, 1999, p.106).

Conforme estudos de Araújo e Abib (2003, p.177):

Ao contrário do desejável, a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo "livro de receitas", associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino, restritas a demonstrações fechadas e a laboratórios de verificação e confirmação da teoria previamente definida, o que sem dúvida, está muito distante das propostas atuais para um ensino de Física significativo e consistente [...].

## **2.2 Realidade nacional sobre experimentos para ensino de Física**

O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais significativas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física. Nesse sentido, pesquisadores têm apontado, em literatura nacional recente, a importância das atividades experimentais (MORAES & MORAES, 2000).

Segundo Thomaz (2000) as propostas que têm sido estudadas para o desenvolvimento de possíveis soluções indicam, essencialmente, a necessidade de se desenvolver uma educação mais participativa. Os profissionais responsáveis pelo processo de ensino precisam estar capacitados a compreender os avanços tecnológicos atuais e assim atuar de modo eficiente, fundamentado e consciente.

O uso e a aplicação das atividades experimentais como ferramenta no processo didático de ensino estão previstos na Lei Nº9394/96 e na Resolução CNE/CEB Nº 2/ 2012. Segundo o Art. 2º da Lei Nº 9394/96 a educação tem por finalidade o pleno desenvolvimento do aluno, considerando o seu preparo para no futuro, exercer seu papel na sociedade e contribuir através de sua qualificação profissional (BRASIL, 1996).

Em apoio a lei estabelecia no país, pode-se citar o art. 4º das Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio que estabelece que todas as unidades escolares que ministram o Ensino Médio devem estruturar seus projetos político-pedagógicos considerando os princípios da Lei Nº 9394/96, a fim de facilitar a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos (BRASIL, 2012).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais recomendam que o ensino da Física promova o desenvolvimento de competências relacionadas à investigação e compreensão de fenômenos físicos, à linguagem utilizada pela física e à contextualização histórica e social do ensino de Física, permitindo ao aluno trabalhar de forma mais integrada com diversas áreas do conhecimento (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1999).

Mesmo com a existência de leis e regulamentos as atividades experimentais em laboratórios ou em sala de aula não fazem parte da rotina educacional, na maior parte das escolas brasileiras.

Segundo Valadares e Moreira (1998), o ensino de ciências praticado no Brasil, tanto nas escolas de nível médio e fundamental quanto nas universidades, tem se mostrado pouco eficaz. Com isso, percebe-se que este fator pode estar contribuindo para o estudante se afastar da disciplina Física é o fato de considerá-la desinteressante e de difícil compreensão, sendo que ambos os fatores estão diretamente relacionado com a prática de ensinar.

Gaspar e Monteiro (2005) afirmam que isso ocorre devido a uma série de dificuldades comuns para a sua realização, como a falta de equipamentos necessários, local apropriado e até a inexistência de orientação pedagógica adequada.

De acordo com Silva e Reis (2013, p.39):

As dificuldades de ensinar e aprender, tais como a falta de livros didáticos, ambientes multimídias, laboratórios para realização de aulas práticas e bibliotecas públicas, a falta de capacitação profissional e ausência de estímulo profissional por parte das políticas educacionais de estado são fatores que ainda estão presentes na maioria das escolas municipais e estaduais do país e, infelizmente comprometem o ensino da Física.

A aprendizagem em Física pode ser melhorada de forma considerável se os profissionais da área se comprometerem e se as autoridades competentes se mobilizarem para buscar as soluções necessárias para a melhoria do ensino, através de laboratórios adequados, visitas técnicas e atividades de contra turno (MORAES & MORAES, 2000).

## **2.3 Formação de Professores**

Todos os professores são formadores de pessoas que terão, um papel a desempenhar como cidadão, não importa qual o grau de ensino em que o professor esteja inserido, sempre estará contribuindo com a formação do futuro da sociedade nas mais diversas áreas, especialmente nas áreas das ciências e tecnologias (THOMAZ, 2000).



O papel da componente experimental da aprendizagem em ciências na formação do futuro cidadão, capaz de atuar com eficácia na sociedade em que está inserido, irá depender, em grande escala do papel do professor no desenvolvimento da sua atividade docente e das suas perspectivas relativamente a esse componente (THOMAZ, 2000, p.361).

“O professor deve agir como um agente de ligação entre o ensino e a aprendizagem, buscando meios para facilitar esse processo, criando situações que estimulem o aluno a buscar novos conhecimentos e maneiras de adquiri-lo” (SILVA & REIS, 2013, p.39). Em outras palavras, “é o indivíduo apto a demonstrar ou orientar a execução das atividades, explicar ou apresentar o modelo teórico aos alunos e incentivar a busca por novos conhecimentos” (SILVA & REIS, 2013, p.42).

Segundo Galiazzi *et. al.* (2001) o simples envolvimento do aluno com a pesquisa não é suficiente para transformar o processo pedagógico válido. É preciso que alunos e professores aprendam a participar em todo desenvolvimento da pesquisa, aprendam a tomar decisões e sejam colocados em situações que contrastem suas concepções sobre a construção do conhecimento.

Thomaz (2000) reforça suas ideias enfatizando que quando se pretende motivar os alunos para a execução de trabalhos experimentais é preciso que a atividade selecionada constitua um desafio, um problema ou uma questão que o educando considere importante solucionar. Esse fator tem validade em qualquer nível de ensino, desde o básico ao universitário.

## **2.4 Critérios de escolha para atividade experimental**

De acordo com estudo de Silva e Reis (2013, p. 47) “os critérios que orientem a escolha das atividades devem estar em conformidade com o objetivo traçado pelo professor”.

De acordo com a teoria sociocultural de Vigotski, citada por Gaspar (2005), os principais critérios considerados de escolha para uma atividade experimental são:

- Presença obrigatória do professor e/ou monitor: critério muito importante, pois cabe ao professor e/ou monitor orientar a atividade, saber seu objetivo e conhecer a explicação mais adequada;
- Respeito à capacidade mental do aluno: a atividade deve contemplar o alcance mental para que se possa atingir o objetivo;
- Compartilhamento de perguntas e repostas com todos os participantes da atividade experimental: o professor precisa chamar a atenção de todos e envolvê-los com perguntas e respostas;
- Uso de linguagem acessível: linguajar de domínio coletivo é fundamental para facilitar a compreensão e a explicação da atividade experimental, seus objetivos e fenômenos. A utilização de gráficos, tabelas e ilustrações também favorece a interpretação dos fenômenos observados.

## **2.5 Realização de experimento pelo aluno**

“A realização de atividade experimental é sempre um evento marcante, desafiador e inestimável do ponto de vista cognitivo e pode ser realizado tanto pelos alunos quanto pelo professor” (SILVA & REIS, 2013, p.41).

Este estudo irá avaliar a participação do aluno como o elemento principal na realização da atividade experimental. Com relação a isso, Galiazzi *et. al.* (2001) afirma que é preciso que os alunos aprendam a buscar e analisar o conhecimento que já possuem e, a partir dele, construir novos argumentos e conceitos.

O aluno, como realizador do processo, desenvolve mais facilmente a escrita de seus projetos de pesquisa e seus relatórios, além disso, participa de forma mais argumentativa das discussões, propiciando a divulgação de seus trabalhos na sala de aula e em comunidades apropriadas, como as semanas acadêmicas e os eventos de divulgação científica. É preciso que os alunos se percebam como sujeitos agentes de produção de conhecimento e de sua aprendizagem (GALIAZZI *et. al.* 2001).

## Capítulo 3

### Metodologia

Para Prodanov e Freitas (2013), a metodologia descreve e avalia os métodos e técnicas de pesquisa que possibilitam a coleta e o processamento de informações, o que resulta na resolução de problemas e questões de investigação.

Os autores afirmam ainda que a metodologia é de suma importância, já que representa “a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para a construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.14).

#### 3.1 Delineamento da pesquisa e público alvo

O projeto tem uma metodologia qualitativa. A pesquisa qualitativa:

[...] se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. (MINAYO, 2004, p. 22 *apud* GASTÃO, 2007, p.19).

Neste caso, o objetivo não é buscar por dados quantitativos descritos em tabelas e dados numéricos, mas sim uma análise que busca dar significado aos dados encontrados.

O trabalho tem como objetivo analisar a efetividade de um método de física experimental, no qual o aluno executa de forma autônoma seu experimento. Para analisar a eficiência deste método pouco utilizado, são usados diferentes ferramentas de pesquisa entre elas: entrevistas, questionários, dados extraídos dos experimentos e os protótipos construídos.

O projeto foi desenvolvido na Escola de Educação Básica Coronel Marcos Rovaris em Criciúma, Santa Catarina, durante o período entre os meses agosto a dezembro de 2015 e contou com a participação de 7 turmas distribuídas

entre o turno matutino e noturno, sendo 4 turmas de 1º ano e 3 turmas de 3º ano do ensino médio, totalizando o envolvimento de 130 alunos. O trabalho apresenta a aplicação de materiais didáticos específicos a cada etapa do ensino. O projeto foi desenvolvido no horário regular das aulas, tendo inicialmente 6 aulas para conclusão de toda atividade, desde o conteúdo até a finalização do experimento.

### **3.2 Produto educacional**

A proposta apresentada busca motivar professores do ensino regular a trabalhar com física experimental em sala de aula. Baseado nas condições que nem sempre são favoráveis nas unidades escolares, construíram-se atividades que permitem ao professor a realização de experimentos simples, mas com uma carga conceitual bem diversificada. O uso de recursos acessíveis e a fácil execução do experimento permitem o trabalho em sala de aula, sem a necessidade de um laboratório equipado.

O trabalho surgiu como uma proposta de desenvolver materiais didáticos, na forma de cartilhas, com temas presentes dentro da grade curricular do ensino médio. A função é auxiliar os professores que têm interesse em aplicar o conteúdo de física experimental em sala. O material constitui por:

- Aula introdutória do conteúdo;
- Roteiro de materiais;
- Roteiro experimental;
- Questionário sobre o experimento.

### **3.3 Autonomia do aluno**

Na aplicação do experimento os alunos têm um papel de destaque na atividade proposta, tendo em vista que ele irá desenvolver e realizar seu próprio experimento. O trabalho foi realizado em equipe onde os alunos dividem a responsabilidade por todas as etapas, desde trazer seus próprios materiais até a execução de seu experimento. Essa forma de aplicação permite uma maior

autonomia ao aluno para que possa criar discussões em grupo para desenvolver as adaptações necessárias, despertando a criatividade e o trabalho em conjunto.

Apesar dessa autonomia proposta ao aluno, o professor deve estar presente durante toda a atividade, auxiliando como guia, para mostrar o caminho que deve ser tomado, contudo sem interferir na produção dos educandos. Além dessa função, o professor pode usar suas observações como avaliação, percebendo os alunos que foram responsáveis com suas atividades e os que fizeram sem demonstrar interesse.

### **3.4 Escolha dos Temas e Construção dos roteiros**

Para escolha dos temas, o principal foco era optar por um experimento que pudesse englobar a física de ensino médio com materiais e fenômenos físicos presentes no cotidiano do aluno. Outro ponto que influencia diretamente no momento da escolha, é a possibilidade de criar um produto manufaturado, que possa ser comparado com semelhantes presentes na indústria ou no comércio.

Este trabalho apresenta o resultado obtido a partir da aplicação de dois temas: a balança de mola e o eletroímã. Apesar de outros temas também serem discutidos, estes foram escolhidos devido ao leque de possibilidades que cada um permite trabalhar.

As cartilhas seguem um mesmo roteiro base, com etapas bem definidas, que foram seguidas em todas as aplicações deste trabalho. Estas etapas estão descritas nesse subtítulo.

Antes de todas as aplicações, os alunos respondem uma pequena entrevista. Na entrevista são respondidas questões fechadas sobre seu interesse em realizar experimentos e se eles acreditam que a experimentação é uma forma eficiente para melhorar o aprendizado. Ao final de todo processo eles são entrevistados novamente, porém de forma aberta eles puderam escrever sobre como o experimento ajudou ou não em seu ganho de conhecimento e se é de viável aplicação em outros conteúdos.

A aplicação do experimento deve seguir o cronograma anual de ensino, isso é necessário para que o experimento atinja o objetivo de fixar os

conceitos no cognitivo, tendo em vista que os alunos já devem ter uma base teórica consolidada sobre o assunto, para que novos conceitos sejam ancorados pelo cognitivo. O primeiro passo deve ser uma aula realizada pelo professor explicando o conteúdo abordado, expondo conceitos, exemplos, imagens, fórmulas e cálculos referentes a questão proposta pelo experimento. No momento que seria proposto uma série de atividades, o professor propõe a execução do experimento e entrega o roteiro de materiais aos alunos. Como um dos objetivos é desenvolver a responsabilidade por parte dos alunos, os mesmos tem o compromisso de encontrar e trazer para sala de aula em uma data determinada com antecedência. Como nem todos os materiais são encontrados em casa, o professor deve dar dicas de locais em que se encontram.

No dia do experimento, o professor organiza a sala de forma a dar espaço para equipes e entrega os roteiros do experimento. Com o roteiro experimental em mãos as equipes realizam a atividade, utilizando os materiais que trouxeram para aula. Cada equipe possui uma técnica própria e assim os alunos terão autonomia para realizar as alterações que acharem necessárias. Assim, dentro de uma mesma sala ocorrerá resultados diferentes, dependendo da montagem realizada. Sugere uma sequência simples de etapas com montagem, testes, coleta de dados e análise de dados, que devem ser feitas pelos alunos. O professor somente deve interferir para corrigir erros e manter o ritmo do processo, mantendo sempre os alunos focados e evitando a dispersão por parte dos mesmos.

A avaliação ocorre durante todo o processo, levando em conta fatores como compromisso, interesse, desempenho e criatividade, além dos resultados obtidos pelo experimento. Outro método avaliativo usado é um questionário sobre o conteúdo, no qual busca avaliar se o aluno adquiriu ou não os conceitos, podendo assim avaliar se o método atingiu os objetivos esperados.

Na última etapa o aluno é desafiado a usar seu conhecimento, e de forma autônoma desenvolver seu produto manufaturado. O protótipo é avaliado em suas características como: funcionamento, design e criatividade.

## **Capítulo 4**

### **Resultados e Discussões**

Nesta etapa o trabalho apresentará um relato detalhado das atividades realizadas, juntamente com os resultados obtidos durante a execução, apontado pontos positivos, melhorias desenvolvidas, melhorados propostas e descrição das próximas etapas, avaliando o método proposto.

A coleta de dados foi diversificada, envolvendo entrevistas, relato de alunos, resultados experimentais, questionários sobre o assunto, observação do professor e rendimento escolar. O resultado será apresentado de forma individual para cada experimento realizado.

A primeira atividade foi uma simples entrevista onde o aluno era questionado sobre seu interesse em realizar atividades experimentais em sala de aula e também questionava se eles conheciam algum experimento que poderia ser feito. Com isso já pode se perceber que o experimento desperta nos alunos uma motivação a mais, pois a grande maioria respondeu que ajudaria a compreender melhor os conteúdos se os mesmos viessem acompanhados de um experimento, como forma de complemento para as aulas expositivas. Observou-se também, que a maioria dos alunos não soube citar um experimento que pudesse ser utilizado. A maioria ainda destacou que nunca havia realizado um experimento em sala de aula.

Na seção que segue serão apresentados experimentos realizados em sala de aula de maneira autônoma por parte dos alunos: o da balança de mola e do eletroímã, que foram aplicados e analisados de forma individual com diferentes turmas, mas seguindo a mesma sequência citada na metodologia.

#### **4.1 Balança de Mola**

A balança de mola é um experimento que propõe ao aluno aplicar uma situação do cotidiano usando seus conhecimentos referentes às leis de Newton. Os conceitos explorados na atividade experimental foram: a força peso e a lei de

Hooke. O diferencial do projeto consiste no aluno trazer sua própria mola e com ela ter autonomia de desenvolver seu experimento, isso dá a ele liberdade para criar métodos próprios, testando sua imaginação e habilidade. Com isso, busca-se melhorar a visualização de situações problemas, para que os alunos superem a dificuldade relacionada à interpretação de questões. O professor é peça fundamental para que tudo ocorra dentro do planejado. Para auxiliar o processo, desenvolveu-se o material do professor, anexado a esse trabalho.

#### *4.1.1 Público alvo*

O material do professor foi aplicado na Escola de Educação Básica Coronel Marcos Rovaris, localizada na cidade de Criciúma/SC, no período de Agosto a Setembro de 2015. A escolha do público alvo se deu por meio do experimento que envolve o conteúdo de Leis de Newton e suas aplicações, que segundo o Plano Curricular Nacional deve ser tratado no 1º Ano do ensino médio. Ao todo o colégio tinha no ano de 2015 um total de 4 turmas divididas entre os turnos matutino e noturno, atingindo um total de 76 alunos. Nesse nível de escolaridade tem-se a grande maioria dos alunos na faixa etária entre 14 a 16 anos, porém nas turmas do período noturno tinham alunos de até 22 anos de idade.

Muitas vezes o professor de física é questionado por seus alunos de 1º ano sobre a aplicação e a importância da física no futuro profissional. Isso ocorre porque nessa idade muitos dos alunos estão vendo pela primeira a disciplina de física, implicando na dificuldade de ligar a teoria, expressa pelo professor, e a natureza que os cerca. Baseado nisso, buscou-se uma atividade experimental simples que envolvesse conceitos importantes de física e ao mesmo tempo tivesse uma grande ligação com o cotidiano dos alunos.

#### *4.1.2 Desenvolvimento da prática*



O trabalho teve como ideia principal tratar o experimento em sala de aula de uma forma diferenciada, visando tirar o foco do professor e passar para o aluno. Para atingir esse objetivo, o aluno teria que realizar o experimento, indo além de reproduzir somente, pois não seria produtivo o suficiente. O objetivo pretendido é mais amplo, envolvendo responsabilidades, despertando a imaginação, desenvolvimento de habilidades e reforçando a importância do trabalho em equipe.

Para que realmente se atingisse o resultado desejado, muitos obstáculos precisaram ser ultrapassados. O principal deles se concentrava justamente nos alunos. Alguns poucos apresentavam uma forte resistência ao novo, mesmo com a motivação da grande maioria. Outros mostravam falta de empenho em realizar uma atividade diferente com experimento. Acredita-se que a explicação para isso é a comodidade por parte dos alunos, que desejam as coisas todas de imediato e com pouco esforço. As outras dificuldades envolviam a parte técnica como o local aonde se encontrava os materiais.

No decorrer do projeto uma parte dos alunos, cerca de 25%, não trouxeram os materiais que constavam na lista solicitada e logo precisaram da ajuda do professor para terminar a sua atividade. Entre os alunos que trouxeram, o material necessário, ainda ocorreram outros problemas como molas deformadas pelo excesso de carga e objetos com valor de massa errados. Esses fatores provocaram um atraso no término da atividade. O tempo estimado era de duas aulas para realização do experimento e chegou a quatro aulas em uma das turmas.

#### *4.1.3 Atividade Experimental*

A atividade experimental foi realizada em equipes de quatro a cinco alunos. Muitos alunos realizaram todas as atividades propostas e não só atingiram o objetivo de calcular a constante elástica da mola, como ainda usaram esse dado para calcular o valor da massa de outros objetos presentes na sala. Na Figura 4.1 temos um aluno realizando a atividade em sala de aula, na mesma imagem podemos ver que ele usa sua criatividade para criar um suporte para mola usando as próprias carteiras da sala de aula, além de usar uma régua, para

realizar as medidas da mola quando relaxada e quando esticada. Outro destaque da imagem é a sacola adaptada para ser a cesta de pesagem, que também foi ideia dos alunos.

*Figura 4.1: Aluno realizando pesagem com a balança de mola*



Fonte: Do autor (2015).

Sobre os resultados matemáticos obtidos foi possível observar respostas com valores variados, a maioria das equipes realizaram a medição correta e encontraram um valor razoável se comparados as incertezas típicas de um experimento. A ajuda do professor foi de suma importância apontando problemas e, em certas circunstâncias, pedindo para que os alunos realizassem uma nova medida para algum objeto que tenha apresentado valores fora da margem de erro. Entretanto, mesmo com a ajuda do professor, outras equipes cometeram erros de medida como na Figura 4.2, onde podemos visualizar valores próximos para algumas pesagens e outros fora da margem de erro. A análise continua sendo positiva, uma vez que, está era a primeira vez que realizavam uma tarefa desse porte.

Figura 4.2 Tabela construída pelos alunos para encontrar a constante da mola.

Tamanho inicial da mola: 5cm

Objeto	Massa	Deformação da Mola (x)	Constante da Mola (k)
Penal	0,3 Kg	1cm	3
Livro	0,5 kg	4cm	1,25
Penal e Livro	0,8 kg	6 cm	1,33
mochila	1,2 kg	9cm	1,33
mochila e livro	2,0 kg	15cm	2,22

Fonte: Do autor (2015).

Nas imagens a seguir, apresentam-se uma série de equipes realizando as medidas de deformação da mola. Após calcular a constante elástica das suas molas, as equipes realizaram a pesagem de outros objetos distintos selecionados pelo professor. Um ponto a ser relatado é que mesmo após o fim da atividade, alguns alunos continuaram pesando outros objetos que encontravam na sala, mostrando que a atividade atingiu o objetivo de despertar o interesse para a disciplina de física.

*Figura 4.3 e 4.4: Alunos pesando seus próprios materiais após a atividade*



Fonte: Do autor (2015).

*Figura 4.5: Alunos pesando objetos da sala de aula*



Fonte: Do autor (2015).



Ao final da atividade em sala de aula as equipes foram desafiadas, para uma atividade extra: construir, em casa, uma balança com sua mola para exposição dentro do próprio colégio. Após uma semana os alunos trouxeram suas balanças, nem todas as equipes fizeram a balança evidenciando o desinteresse por parte de alguns alunos. Em um total de 14 equipes somente 6 trouxeram a balança pronta. Destaca-se que nenhuma equipe de alunos do período noturno produziram a balança, os motivos são diversos, mas é visível que a grande maioria destes alunos trabalha durante o dia e possuem outras responsabilidades como família e filhos, isso acaba por tornar-se um desafio a mais para encontrar tempo e produzir algum material ou atividade extraclasse.

As balanças construídas desempenharam um bom papel dentro do objetivo da atividade, contendo apenas alguns pequenos erros de aferição. As imagens abaixo mostram as três balanças que mais se destacaram em precisão, modelo, criatividade e montagem.

*Figura 4.6: Balança produzida pelos alunos 1*



Fonte: Do autor (2015).

*Figura 4.7: Balança produzida pelos alunos 2*



Fonte: Do autor (2015).

*Figura 4.8: Balança produzida pelos alunos 3*



Fonte: Do autor (2015).

Como se pode observar, as três balanças tem designs diferentes, isso confirma a liberdade dos alunos em criar um modelo conforme seu imaginário e desprende o aluno do conceito de reproduzir o que o professor fez e trata com liberdade a construção de conhecimento. Podemos destacar também a diferença na pesagem de cada balança, A balança mostrada na Figura 4.6 tem uma precisão estimada de um quilograma, na Figura 4.7 apresenta-se outra balança de meio quilograma e na Figura 4.8 de cento e cinquenta gramas. Com isso o professor pode contextualizar sobre as características de resistência das molas e mostrar que a moda de cada equipe era única e diferente das demais.

A balança da Figura 4,6 teve um destaque por estar a mais bem calibrada e conseguir medir as maiores massas entre todas as balanças construídas. O formato dela é semelhante a de um guindaste se destacando como único modelo desse tipo. Os alunos que a construíram mostraram muito interesse em sala de aula e compreenderam corretamente a relação entre a força peso e a força da mola.

A balança da Figura 4.7 apresenta as características de uma boa precisão e um modelo de montagem mais comum, ao todo 4 equipes fizeram este mesmo modelo. Isso ocorre devido a existência de vários modelos semelhantes em imagens da internet, local de pesquisa para a maioria dos alunos.

A balança da figura 4.8 chama a atenção por ser um sistema com duas molas, no qual, o aluno desenvolveu um sistema de suporte que faz com que as duas molas sejam esticadas ao mesmo tempo. Para que esse método possa funcionar o aluno teve que escolher duas molas quase idênticas para que a distribuição de forças nas molas fosse igual.

#### *4.1.4 Resultados balança da mola*

A atividade experimental *balança de mola* proporcionou aos alunos desenvolver sua própria balança, realizando os experimentos de forma autônoma. Trabalhar o conteúdo de aplicações de leis de Newton na forma de atividades práticas, usando como base uma ferramenta do cotidiano, proporcionou um ganho de conhecimento superior em relação aos métodos mais

convencionais, como resolução de listas de exercícios, uma vez que o aluno imagina a situação como algo abstrato, não tendo capacidade de relacionando com o seu dia a dia.

Uma das evidências que mostraram que o conteúdo foi construtivo veio após um tempo da realização dos experimentos, os alunos foram desafiados em uma questão de prova a descrever como funciona a relação entre a força da mola e a força peso e muitos deles souberam descrever o passo a passo para atividade.

Segundo os próprios alunos, a visualização permitiu relacionar a teoria à prática sempre que alguém cita a palavra balança. Os alunos que realizaram a atividade também foram eficientes em responder questões sobre a deformação plástica da mola, uma vez que viram várias molas se estragando após o excesso de força aplicado sobre as mesmas.

A motivação dos alunos também merece destaque, uma vez que, a maioria deles realizou a atividade com entusiasmo, demonstrando assim suas habilidades. A motivação se estendeu a momentos posteriores ao experimento quando alunos pediram a realização de mais atividades semelhantes. Porém, como em toda atividade em equipe alguns alunos não realizaram a atividade e somente esperaram pelo colegas.

Durante toda a atividade o professor teve o papel de observador, com isso pôde identificar os alunos que se destacaram de forma individual, isso permitiu notar habilidades de montagem e execução de alguns alunos que não se destacam no conteúdo específico. Os alunos tiveram ideias rápidas para construção dos suportes usando elementos presentes dentro da sala de aula como cadeiras e carteiras. A criatividade também se mostrou presente no momento da escolha dos materiais a serem usados para aferir a constante da mola, como por exemplo equipes que utilizaram pacotes de arroz e açúcar de 1 kg e 5 kg.

O principal ponto negativo está relacionado com a falta de maturidade, condizente com a idade, da maior parte dos alunos. Fatos como indisciplina e o esquecimento de trazer o material necessário ocasionaram um atraso na execução das atividades, influenciando no decorrer do bimestre escolar. A resposta das turmas do período noturno também foi abaixo do esperado, isso se



atribui ao cansaço dos alunos que, geralmente, tem uma atividade muito intensa durante o dia, afetando o rendimento durante a aula.

A avaliação realizada na primeira atividade também apresentou algumas falhas, pois a precisão de cada experimento está associada ao material que foi levado para sala de aula. Visando melhorar a aplicação para os próximos anos, o material do professor foi modificado acrescentando dicas e comentários que auxiliarão os próximos profissionais que aplicarão a atividade.

## 4.2 Eletroímã

Através de experimentos realizados por Hans Christian Oersted em 1820 pode se concluir pela primeira vez que eletricidade e magnetismo estavam diretamente ligados. Quando uma corrente elétrica atravessa um fio condutor, um campo magnético era criado entorno do fio. Essa descoberta abriu as portas para unir os dois conceitos: eletricidade e magnetismo, que até então eram considerados distintos e tratados de forma independente. Os estudos de Oersted deram o início a uma nova linha de pesquisa, que foi seguida por outros físicos como Michael Faraday, que propiciaram o desenvolvimento do que chamamos hoje de Eletromagnetismo, ramo da física fundamental para evolução da sociedade, por meio da eletricidade acessível.

A introdução dessa atividade na grade curricular tem o objetivo de mostrar ao aluno essa relação na prática do fenômeno, pois muitas vezes o aluno não compreende e visualiza a ligação entre eletricidade e magnetismo. Para auxiliar o professor foi desenvolvido o *material do professor* contendo: uma aula introdutória, um roteiro de materiais, um roteiro experimental e um questionário sobre o experimento que estão nos anexos do trabalho. A análise a seguir relaciona-se à aplicação desse material em turmas de terceiro ano do ensino médio.

#### *4.2.1 Público alvo*

O material do professor foi aplicado na Escola de Educação Básica Coronel Marcos Rovaris, localizada na cidade de Criciúma-SC, no período de Outubro a Novembro de 2015. A escolha da série e do público alvo aconteceu com o intuito de propiciar aos alunos uma atividade diferenciada onde poderiam vivenciar, mesmo que sendo uma pequena parte, como seria uma atividade experimental realizada nas universidades. A atividade pretendida também se relacionar diretamente ao conteúdo do terceiro ano do ensino médio, com isso se buscou manter a regularidade na grade escolar. Ao todo o colégio tinha no ano de 2015 um total de 3 turmas divididas entre os turnos matutino e noturno, atingindo um total de 54 alunos. A grande maioria dos alunos que cursam o terceiro ano do ensino médio, nessa unidade escolar, já possuem emprego fixo e tem responsabilidades familiares e todos esses fatos foram levados em conta no momento do planejamento. A faixa etária está situada entre 17 e 20 anos.

#### *4.2.2 Desenvolvimento da prática*

O professor de física, assim como os demais professores, normalmente depara-se com a situação de alunos desmotivados e cansados de suas longas jornadas de trabalho, isso interfere diretamente no rendimento escolar. Outra situação significativa refere-se ao ENEM e Vestibulares, pois são colocados pela maioria dos alunos como prioridade, fazendo com que a sala de aula não seja tão atrativa. O trabalho buscou sanar essas e outras dificuldades que serão expostas a seguir, com o intuito de renovar a motivação dos alunos fazendo com que os mesmos interajam de forma direta na aula, além de aproveitar a oportunidade para implantar um novo conceito de Física.

Este experimento, como o relatado anteriormente, tira o foco do professor e estabelece o próprio aluno como construtor do conhecimento. Porém

o material encontrado disponível na rede trata, em sua grande maioria, como sendo um experimento expositivo, aonde o professor realiza toda a atividade e o aluno somente observa o fenômeno. Para modificar essa realidade, criou-se um roteiro experimental com algumas alterações, deixando o mesmo com uma escrita detalhada e autoexplicativa onde o próprio aluno executa e tem autonomia para modificar e melhorar seu experimento. O trabalho ainda buscou trabalhar os conceitos da física e conceitos sociais como responsabilidade, trabalho em equipe e raciocínio para desenvolver melhorias no produto.

Dificuldades foram surgindo ao longo da trajetória de desenvolvimento, primeiro era necessário desenvolver um material para professor que o auxiliasse na aplicação desse trabalho. O material foi desenvolvido com base na grade curricular se adequando ao conteúdo de uma forma que não interferissem o andamento dos conteúdos anuais. Mesmo após toda a pesquisa o material do professor não estava finalizado, pois apresentava falhas que tiveram de ser corrigidas durante a execução, para um melhor andamento das atividades. Uma das melhorias foi a criação de quadros de dicas que podem auxiliar o professor em alguns imprevistos que podem ocorrer com o experimento.

Um ponto a ser destacado é que a grande maioria dos alunos foram mais aplicados com relação a execução das atividades, demonstrando assim uma maturidade maior quando comparada aos alunos que realizaram o experimento da Balança de Mola. Entretanto o tempo decorrido da atividade foi maior que o esperado, pois nem todos os alunos conseguiram realizar o experimento na primeira tentativa, alguns por falta de informações e outros por terem materiais inadequados para a atividade, como fio de cobre não esmaltado ou metal ferromagnético galvanizado. Mas na segunda tentativa com os materiais adequados todas as equipes construíram eletroímãs que funcionavam.

#### *4.2.3 Atividade Experimental*

A atividade experimental não apresentava riscos nem causava grandes transtornos, portanto foi realizada dentro da própria sala de aula. Os alunos foram divididos em equipes de três a quatro integrantes, para facilitar a

busca por materiais, esta configuração em equipes apresentou pontos positivos e negativos que serão tratados mais adiante no trabalho. Os eletroímãs foram construídos de forma independente, ou seja, apesar de existir o roteiro o aluno tinha autonomia para realizar modificações conforme fosse conveniente.

O trabalho em sala ocorreu como previsto no material do professor, o primeiro passo eram as aulas expositivas sobre a teoria, que foram trabalhadas de forma a relembrar conceitos já existentes no cognitivo do aluno. Isso permite uma melhor fixação dos conceitos na memória de longo prazo. No decorrer do conteúdo o momento que normalmente seria destinado a realização de atividades, foi alterado para o momento de experimentação onde o aluno recebia um roteiro de experimento, no qual continha, os materiais a serem usados e a forma de montagem do equipamento.

O aluno era responsável por encontrar seus próprios materiais, o professor é responsável por dar dicas de como achar o fio de cobre esmaltado em motores velhos. No dia da atividade todas as equipes trouxeram os materiais, mas nem todas tiveram habilidade para montar um eletroímã que funcionasse corretamente, pois, na maioria dos casos, estavam utilizando materiais inadequados, como objetos galvanizados ou pilhas fracas. Isso influenciou no tempo de execução aumentando o número de aulas utilizadas, entretanto esse tempo a mais possibilitou a todas as equipes fazer o eletroímã funcionar.

Muitos alunos realizaram a montagem de forma atenciosa e prestativa, buscando montar um experimento melhor que o do colega, esse espírito de competição fez com que todos conseguissem montar o eletroímã e alguns com modificações interessantes.

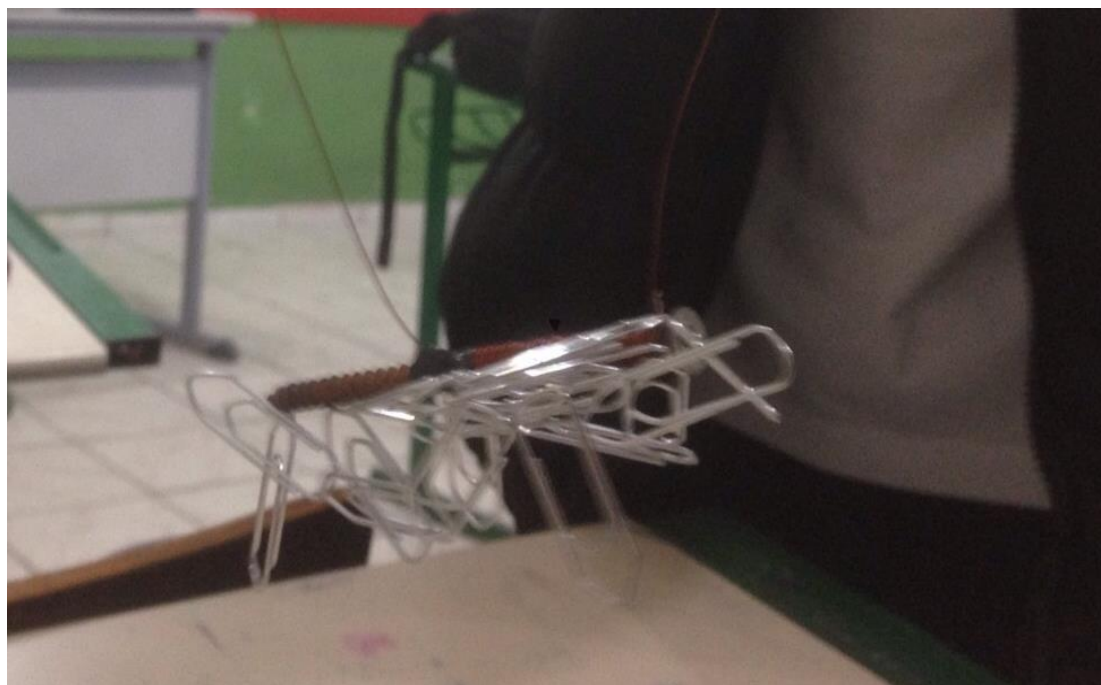
Veremos nas imagens a seguir alguns desses eletroímãs em funcionamento durante a atividade experimental,

*Figura 4.9: Eletroímã construídos em sala de aula pelos alunos*



Fonte: Do autor (2015).

*Figura 4.10: Eletroímã em funcionamento durante a atividade experimental*



Fonte: Do autor (2015).

A Figura 4.9 mostra um eletroímã montado pelos alunos, como podemos ver o fio foi enrolado de uma forma adequada. Em seguida na Figura

4.10 mostra o mesmo eletroímã em funcionamento, ele teve um lugar de destaque, pois no momento da execução foi o eletroímã que produziu o campo magnético mais intenso entre todos. Esse foi um fato que chamou muito a atenção dos alunos que questionavam “porque o dele funciona melhor que o meu?”, com isso o professor pode explicar que a fonte usada no experimento influencia diretamente na intensidade do eletroímã e como podemos ver a seguir o aluno usou uma pilha muito potente encontrada em baterias de notebook e laser.

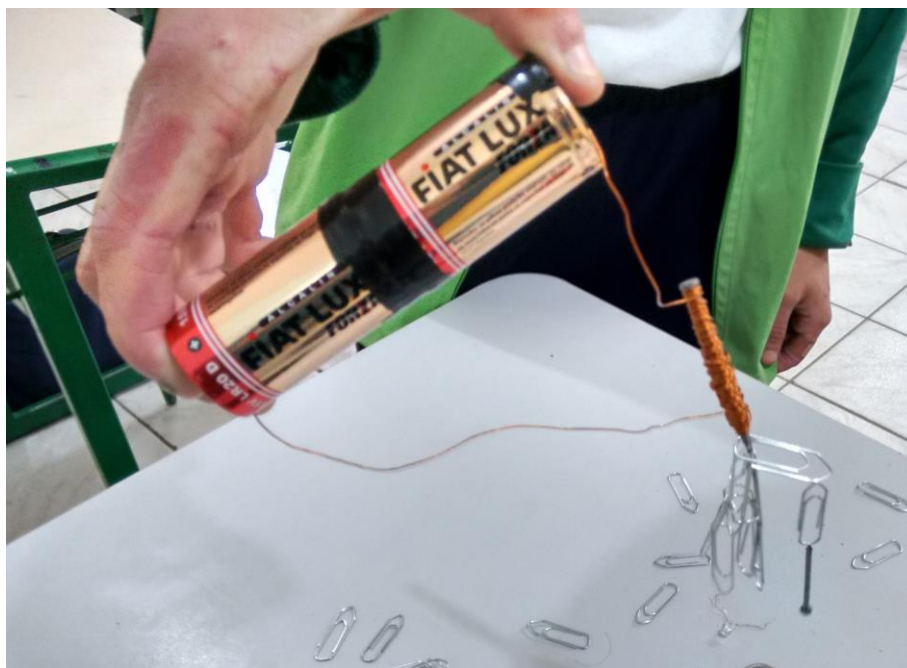
*Figura 4.11: Pilha com alta amperagem usada nos experimentos em destaque*



Fonte: Do autor (2015).

Outro ponto de destaque é com relação ao número de voltas necessárias para o melhor funcionamento, podemos ver na Figura 2.12 um eletroímã com muitas voltas chegando a um total de 280 voltas, isso também melhorou o desempenho de seu eletroímã

Figura 4.12: Eletroímã com 280 voltas de fio de cobre esmaltado



Fonte: Do autor (2015).

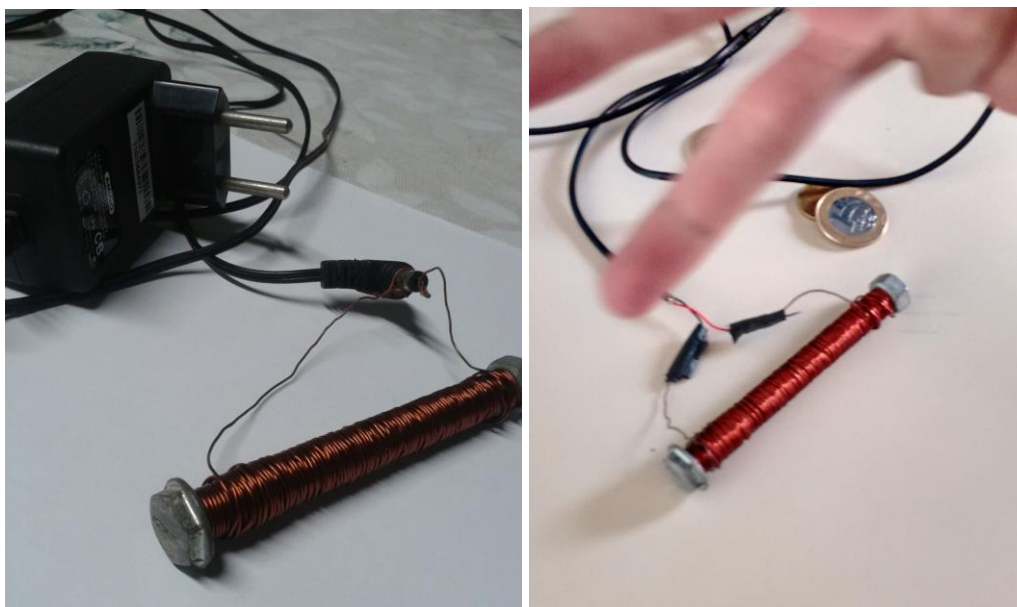
Por fim os alunos seguiram as recomendações do roteiro e socializaram seus experimentos com os dos colegas, isso permitiu realizar a troca de bateria para um mesmo eletroímã e a troca de eletroímãs com número de voltas diferente usando uma mesma bateria. Usando esse conhecimento absorvido da observação os alunos responderam questões que estavam propostas no roteiro experimental, concluindo a atividade.

O professor durante todo o processo teve a função de organizar e auxiliar as equipes na montagem, com isso pode ver de perto os alunos trabalhando e identificando quais realmente estavam envolvidos com a atividade. Assim o professor pode avaliar durante a atividade as competências individuais de cada integrante da equipe como responsabilidade, comprometimento, criatividade e aplicação na execução das tarefas e de forma geral avaliar o eletroímã desenvolvido e as respostas dos questionamentos.

Ao final da atividade o professor desafiou os alunos a modificar seus eletroímãs para que pudessem deixá-lo mais potente e moderno. Algumas equipes refizeram a bobina aumentando o número total de voltas e alterando as pilhas usadas por novas e mais potentes, porém o destaque maior está em dois

trabalhos onde os alunos usam como fonte de energia um carregador de celular e uma fonte antiga, como mostradas na Figura 4.13 e Figura 4.14. É importante destacar que os alunos que realizaram tinham conhecimento na área de elétrica devido a cursos realizados anteriormente e os dois dispositivos usados tem uma tensão elétrica muito baixa deixando a atividade sem riscos de choques.

*Figura 4.13 e 4.14: Eletroímãs montados com um carregador de celular e uma fonte de vídeo game.*



Fonte: Do autor (2015).

#### *4.2.2 Análise dos resultados*

O experimento do eletroímã proporcionou uma atividade complementar dentro da disciplina de física, onde a mesma teve a função de ajudar os alunos na compreensão do fenômeno que está presente dentro de motores elétricos, facilmente reconhecidos pelos mesmos. A relação entre a eletricidade e o magnetismo, tratada no experimento, ainda tem um papel fundamental na geração de energia elétrica através da indução magnética, possibilitando ao professor abrir portas para outras discussões além das propostas no trabalho.

De forma comparativa, a Balança de Mola buscou trabalhar uma resposta matemática, com coleta de dados e desenvolvimento de tabelas para descobrir os valores das constantes das molas, permitindo estimular o senso



lógico e matemático dos alunos. Já o Eletroímã tem sua avaliação focada em observação e interpretação do experimento, assim o aluno tem que fazer anotações sobre o que visualiza nas diferentes configurações de montagem, para conseguir montar um conhecimento próprio que o ajude a responder as questões que foram propostas no roteiro.

O desempenho dos alunos atingiu o esperado para atividade. Todas as equipes montaram seus próprios eletroímãs e já testaram dentro da sala de aula. É importante ressaltar a responsabilidade e o comprometimento das equipes com todas as etapas da atividade, desde as aulas expositivas até a conclusão das aulas práticas, essa responsabilidade tem relação com a maturidade dos alunos de terceiro ano que na sua grande maioria já estão dentro do mercado de trabalho. Esses fatores tornaram a atividade mais fácil de ser aplicada pelo professor atingindo o potencial esperado para o material, tendo como destaque a resposta dos alunos que realizaram as atividades propostas de forma adequada.

Os alunos do terceiro ano do ensino médio normalmente tem um desinteresse pelas atividades em sala de aula, os motivos são os mais diversos como emprego, preparativos para formatura e vestibular. O professor de física acaba sofrendo ainda mais com o desinteresse, devido ao conteúdo do terceiro ano ser em boa parte abstrato dificultando a exemplificação e visualização dos fenômenos. Tendo em vista que a predisposição do aluno em aprender é um dos principais fatores para construção do conhecimento, foi desenvolvida a proposta da atividade experimental como sendo uma estratégia didática para motivar os alunos dentro da disciplina. O resultado foi positivo, todos os alunos participaram da atividade e relataram ao professor interesse em realizar aulas diferentes com experimentos e outras atividades. A atividade despertou em alguns alunos o interesse por outros experimentos, buscando em sites e blogs outras opções que poderiam ser realizadas em qualquer local com materiais de fácil acesso.

A análise geral pode ser construída pelo professor que esteve presente em todas as atividades, tendo assim uma visão geral de toda a aplicação, isso auxiliou na percepção dos pontos a serem destacados de forma individual e de forma coletiva. No coletivo os destaques estão nas turmas da noite pois tiveram maior facilidade em montar o experimento, isso possivelmente aconteceu por causa de alguns alunos que já tinham um conhecimento básico

de elétrica, adquirido em cursos ou até mesmo em empregos. Na turma do matutino o destaque fica com relação a empolgação criada entorno do experimento, pode-se reparar todos os alunos participando de forma efetiva na montagem.

Quando um professor propõe uma atividade diferenciada, sempre encontra alunos que se destacam de forma individual mostrando suas habilidades natas. Nesta atividade não foi diferente, alguns alunos mais experientes montaram com extrema facilidade o eletroímã, enquanto outros cometeram erros comuns e naturais para pessoas que estão realizando pela primeira vez. Por fim, os maiores destaque estavam relacionados aos alunos que tinham algum tipo de curso técnico, na área de mecânica ou elétrica, isso se explica pelo fato desses alunos, durante o curso, já terem contato com montagem e desmontagem de equipamentos.

Entre os pontos analisados ainda considera-se a efetividade na contribuição para construção do conhecimento. Baseado na resposta dos alunos perante a atividade, mostrando interesse, empenho e motivação na realização do experimento, pode se concluir que o aprendizado foi significativo e a motivação criada durante a atividade influenciou diretamente na observação e compreensão do fenômeno. Todos os alunos conseguiram, ao final da atividade, propor pelo menos uma melhoria em seu experimento, além disso, tiveram uma melhor resposta para entender o conceito de eletromagnetismo.

Por fim, a observação permite que os alunos criem relações entre os conceitos construídos na atividade e os já existentes no cognitivo, isso influencia cada aluno de forma diferente, dependendo do quão impactante foi a atividade. Os alunos que mais se identificarem com a atividade terão esses conceitos por um longo tempo gravados em sua memória.

Esta atividade foi aplicada somente uma vez durante a pesquisa, mas baseando-se nas falhas ocorridas durante a aplicação, surgiram algumas novas ideias. Para as próximas aplicações algumas sugestões foram acrescentadas no material do professor, na forma de dicas, que auxiliarão outros professores aplicarem o mesmo projeto.

Além disso, foi criado um questionário extra para ser aplicado após a atividade sobre eletroímã e eletromagnetismo. Outra sugestão consiste em calcular a intensidade do campo magnético produzido pelo eletroímã de cada

equipe e comparar os resultados com os dos colegas. Este material do professor deve estar em constante desenvolvimento para que a cada nova aplicação seja mais eficiente, porém desde sua primeira aplicação já trouxe resultados animadores e esperasse que com o tempo torne-se ainda melhor, podendo ajudar professores e alunos na tarefa de ensinar e compreender o eletromagnetismo.

### **4.3 Análise geral**

O objetivo de produzir um produto educacional voltado para experimentos de física e analisar se a metodologia, de experimentos realizados pelos próprios alunos melhorava a aprendizagem sobre física. Podemos destacar que em cursos de graduação esse método já foi aplicado, mas no ensino médio é muito raro o professor permitir que os alunos construam e executem atividades que envolvam práticas, isso ocorre pois exige dos professores um alto grau de comprometimento e de confiança em seus alunos.

Com o propósito de mudar esse quadro, o projeto buscou uma forma adequada de se trabalhar com o experimento em sala de aula e a partir disso criou-se um material destinado a professores. O intuito do material, em anexo, é auxiliar o professor na execução de um experimento específico e para isso usou-se exemplos com baixo grau de dificuldade que poderiam tratar-se dentro dos conteúdos da grade curricular de física do ensino médio. Este material sugere ao professor aplicar a seguinte sequência didática: o conteúdo teórico, o experimento realizado pelos alunos e um questionário para avaliação.

Vários fatores foram observados de forma individual para cada experimento, entretanto o foco do trabalho é análise geral, criar padrões dentro da proposta e discutir sobre pontos positivos e negativos do método buscando melhorar e adequar a realidade do professor em sala de aula.

Entre os pontos em destaque o que mais chama a atenção, durante todo projeto, é o interesse dos alunos em realizar uma aula experimental na disciplina de física, em entrevista realizada antes das atividades 95% responderam que acreditavam que o seu aprendizado melhoraria com atividades experimentais. Desde o momento em que os alunos souberam da atividade

despertou dentro deles uma empolgação que só cresceu durante toda aplicação, essa empolgação influenciou diretamente no envolvimento dos mesmos. Alunos que se mostraram fascinados pela atividade melhoraram seu desempenho em atividades posteriores.

Um ponto que não pode ser esquecido é o fato dos alunos demonstraram baixo comprometimento em relação as datas e com os materiais que deveriam providenciar. Em todas as turmas houveram equipes que sentiram uma maior dificuldade em realizar a atividade, mesmo que seja apenas uma equipe, isso influência diretamente no decorrer da disciplina de física. Com o intuito de resolver ou ao menos amenizar esse problema, criou-se uma discussão para criar ferramentas e métodos que auxiliem em futuras aplicações. Alguns problemas foram resolvidos com pequenas modificações no roteiro experimental, entre elas a especificação dos materiais em um roteiro separado, outras soluções são apresentadas na forma de dicas que alertam o professor algumas ocorrências frequentes.

O desempenho dentro das atividades foi de modo geral satisfatório, pois todas as equipes conseguiram realizar o mínimo exigido pelas atividades propostas, mostraram que o aluno de ensino médio é capaz de realizar a atividade mesmo não tendo experiência. Porém, dentro dessa análise temos que relatar alguns alunos se destacaram realizando medidas e modificações que iam além do que estava proposto no roteiro experimental. O que chamou a atenção é o fato de que os alunos em destaque, eram os mais empolgados com a atividade e todos eram do sexo masculino, acredita-se que isso esteja envolvido com a cultura que cientista, engenheiro, mecânico e eletricitas são profissões predominantemente masculinizadas e os mesmos já são acostumados desde pequenos a fazer tarefas semelhantes como consertar sua bicicleta.

O resultado do questionário individual realizado após a experiência apresentou na maior parte das respostas um retorno positivo, confirmando que os alunos adquiriam o conhecimento esperado para o experimento, pois souberam responder mais da metade das perguntas de forma satisfatória, sendo coerentes com os resultados vistos no experimento. Isso nos permite concluir que atividade experimental agregou conhecimento ao aluno através da visualização do fenômeno. Esse por sua vez se tornou um destaque na memória

do aluno, fazendo com que o conhecimento não se perca em um curto intervalo de tempo, permanecendo fixo no cognitivo do aluno.

Na concepção dos alunos a atividade foi de grande valia, onde 100% dos alunos apontaram como destaque a aula diferenciada. Na grande maioria os alunos consideraram a atividade relativamente fácil e se sentiram a vontade de realizar seu próprio experimento, destacando a fala de um aluno que disse “A parte mais legal é eu fazer e poder ver que o eletroímã realmente funciona e a eletricidade realmente gera um campo magnético”, isso mostra que os alunos do ensino médio tem sim capacidade de realizar atividades experimentais simples. Por fim, ainda podemos destacar o interesse dos alunos após o trabalho, em realizar outros experimentos. Alguns alunos chegaram a pesquisar em casa outras atividades, com auxílio da internet, realizaram a atividade e trouxeram para mostrar aos colegas.

A pesquisa como um todo mostrou que os experimentos realizados pelo aluno tem um grande potencial que pode ser explorado pelos professores. Em dois exemplos criados podemos desenvolver atividades diversificadas que envolviam teoria, matemática, medidas e desenvolvimento de alguns equipamentos. Os experimentos ainda serviram como material motivador dentro da disciplina de física, com alunos se aplicando em atividades e querendo fazer melhor que o do colega.

Também é certo dizer que a metodologia está em constante desenvolvimento, muito pode ser modificado ou criado dentro da atividade, se adaptando a realidade do experimento a ser usado ou até mesmo do professor que aplica. Com base nisso algumas melhorias foram desenvolvidas e outras já vem sendo pensadas para próximos trabalhos, como por exemplo, criar métodos que auxiliem o professor a avaliar os alunos durante a atividade e usar o experimento da mola para ensinar a força de atrito.

## Capítulo 5

### Considerações Finais

Ao longo de um ano de pesquisa diversas informações foram coletadas, algumas positivas outras nem tanto, mas com certeza o objetivo do projeto foi alcançado. O questionamento que movimentou o projeto está baseado, como já expressado em capítulos anteriores, a análise do método que é usado nos cursos superiores e em escolas técnicas, onde há um tempo destinado a atividades práticas, sendo que no ensino médio, essa metodologia continua sendo pouco explorada. Através da aplicação e da análise de dados recolhidos pode-se construir uma visão geral sobre a metodologia e o desempenho dos alunos do ensino médio dentro da proposta do trabalho.

A ideia para o desenvolvimento do material, teve base nas dificuldades encontradas pelo professor de ensino médio. A partir deste ponto foi desenvolvido um método, com algumas características próprias, que se adequam às condições que a escola pública proporciona ao professor, que muitas vezes não são apropriadas a prática de atividades desse gênero. Também se pensou em experimentos simples que possam ser realizados pelos próprios alunos, que nesse caso são inexperientes.

O material foi aplicado, avaliado e analisado dentro da Escola de Educação Básica Coronel Marcos Rovaris, que faz parte da rede pública estadual de Santa Catarina. O intuito da aplicação era avaliar o método e criar melhorias. Ao final chegamos a um material preparado para diversas realidades, sem perder a qualidade do conteúdo.

O aprendizado também teve um resultado positivo, ao longo da atividade os alunos foram avaliados em três competências: a experimental, a matemática e a teórica. Todos conseguiram desempenhar seu papel dentro da atividade experimental e matemática, coletando dados e realizando os cálculos. Tudo isso auxiliou os mesmos a responder as perguntas do questionário que avaliou o conhecimento teórico.

Mesmo com todos os resultados apontados anteriormente, seria necessário um tempo de pesquisa muito maior e um número maior de alunos atingidos, para determinar com exatidão a eficiência do método e também avaliar

sua qualidade perante a outros métodos de física experimental, como o experimento expositivo e as visitas a amostras experimentais. Porém este tópico ficará em aberto como proposta para um trabalho subsequente a este.

Baseado no potencial da metodologia, apresentado até aqui no trabalho, e apostando em um futuro mais longo, existe ainda a proposta de continuidade das atividades em algum momento posterior ao mestrado. Para assim, dar continuidade na busca por melhorias com a reaplicação dos materiais que já existem, permitindo uma coleta maior de dados e resultados.

Este projeto abre portas para aplicação dentro de outras grandes áreas da física de ensino médio, como por exemplo o de cálculo da refração da luz, dentro do conteúdo de óptica do segundo ano, explorando diferentes meios aquosos e em meios supersaturados. Outras propostas também podem ser desenvolvidas a longo prazo, acrescentando ainda mais valor a obra.

Por fim, o objetivo é em futuro próximo este material ajudar outros professores para facilitar e incentivar a aplicação de atividades experimentais nas turmas do ensino médio por todo País, multiplicando o conhecimento a partir da aplicação desse material com potencial, no ensino-aprendizagem de física.

## **Apêndice A**

### **Balança de Mola**

Este material é destinado a docentes interessados em trabalhar com projetos ou aulas experimentais, dentro da sala de aula, de uma forma diferenciada baseada na autonomia do aluno que terá liberdade para desenvolver seu próprio experimento. Tendo como o tema foco a lei de *Hooke*, se produziu esta cartilha sobre o experimento da balança de mola, com detalhes de montagem, sugestões de atividades relacionadas e dicas que podem trazer um melhor resultado na sua aplicação. O experimento trabalha os conceitos sociais de responsabilidade, trabalho em equipe e socialização, além de englobar atividades de montagem, medida, coleta e análise de dados, resultando em fatores qualitativos e quantitativos.

A atividade tem o propósito de ensinar ao aluno produzir sua própria balança, uma ferramenta conhecida por ele em seu dia a dia. Podendo assim mostrar na prática a relação dos conhecimentos adquiridos na sala de aula com os materiais do cotidiano, além de despertar o interesse do aluno em realizar outros experimentos em casa ou na escola.

O recomendado é que o experimento seja aplicado no conteúdo de aplicações das Leis de *Newton*, pois envolve conceitos de física como; força, peso e unidades de medida que já devem ser de conhecimento do aluno.

#### **Força Peso**

O conceito peso é muitas vezes usado na sociedade para denotar a massa de um objeto. Porém massa está ligada a quantidade de matéria presente no objeto, valor que se mantém constante mesmo estando em locais diferentes. A força peso é definida como sendo a atração da gravidade a qual é proporcional a massa, sendo representada matematicamente da seguinte forma:



$$P = m \cdot g$$

P = peso

m = massa

g = gravidade

Ex: Uma pessoa com massa de 70 kg pode comparar assim seu peso na Terra ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) e na Lua ( $g = 1,6 \text{ m/s}^2$ ). Com a realização dos cálculos temos que a massa da pessoa nos dois locais é igual, porém sua força peso na Terra é 687,7 N enquanto na Lua é 112 N.

### Lei de *Hooke*

O físico inglês *Robert Hooke* foi o primeiro a demonstrar que muitos materiais elásticos apresentam deformação diretamente proporcional a uma força elástica. Essa lei é utilizada para determinar a constante da mola (k).

*Hooke* representou matematicamente sua teoria com a equação:

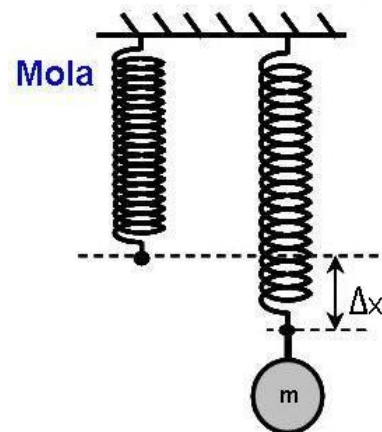
$$F = - k \cdot \Delta x$$

Em que:

F = força elástica

K = constante elástica

$\Delta x$  = deformação ou alongamento do meio elástico



Dica: Realize um exemplo no quadro mostrando a relação entre a força peso e a força da mola, isso ajuda na hora do aluno visualizar o experimento que irá executar.

No momento em que uma mola é deformada por uma força acima da resistência máxima da mola, esta força provoca uma deformação plástica na

mola, ou seja, a deformação permanente da mola tornando-a inútil para realização de qualquer experimento.

Dica: O professor pode mostrar para o aluno uma mola deformada e informar que essa mola não irá funcionar no experimento. Também deve ser aconselhado ao aluno que traga materiais com peso compatível a de sua mola para que não ocorra imprevistos durante a execução da atividade.

### **Atividade Experimental**

A proposta de atividade experimental é utilizar uma mola espiral para calcular o peso dos objetos. O diferencial será que eles serão responsáveis por trazer o material e executar o experimento. Dividindo os alunos em grupo, propõe-se uma data para realização do mesmo, nessa data os alunos devem trazer os materiais do roteiro de materiais apresentado no Anexo I.

Dica: Marque a atividade com antecedência para dar tempo de todos adquirirem os materiais e lembre a data para que todos estejam com os devidos materiais para a execução do experimento.

Explique para os alunos os locais aonde ele pode encontrar cada um dos materiais, além de mostrar algumas imagens que possam ajudar a identificar os utensílios corretos. Lembre os alunos que a mola não pode estar deformada e os pesos devem ser compatíveis a resistência de sua mola.

Dica: A mola de acelerador de carro ou caminhão tem um bom desempenho e podem ser encontradas em mecânicas automotivas.

Os alunos se basearão no roteiro do experimento que está no Anexo II para realizar o experimento. A função do professor na atividade é dar dicas que possam auxiliar as equipes na montagem e execução de seu experimento, além de acompanhar o desenvolvimento dos alunos durante a atividade. Recomenda-se aos alunos que realizem toda a primeira parte de medida e tabulação dos dados como: tamanho inicial da mola, nome do objeto, massa do objeto e deformação da mola. Somente ao fim da primeira parte realize os cálculos para encontrar o valor da constante da mola, isso impede que o valor seja influenciado pelo valor encontrado na medida anterior.

Cada equipe terá sua mola com uma constante elástica própria, os resultados não podem ser copiados ou combinados entre eles. O professor pode explorar essa parte avaliando a disposição e o desempenho de cada equipe.

Com o valor da constante da mola os alunos devem agora encontrar a massa dos materiais desconhecidos. Neste momento o aluno tem uma balança produzida por ele dentro da sala de aula.

Além do empenho na atividade e dos dados coletados, o professor ainda pode explorar outras formas de avaliação para a atividade como:

- Propor as equipes pesarem objetos cujo o professor sabe a massa e eles não;
- Propor a pesagem dos objetos dos colegas para ver se encontram o mesmo valor em molas diferentes;
- Desafiar a construir uma balança própria que marque o valor e seja da forma que acharem melhor.

Durante toda a atividade experimental o professor deve estar presente auxiliando e coordenando os alunos em suas atividades.

## Roteiro de Materiais

Experimento: Lei de *Hooke* e Força Peso

Aplicação: Alunos do 1º ano do Ensino Médio

Conteúdo: Aplicações das Leis de *Newton*

Disciplina: Física

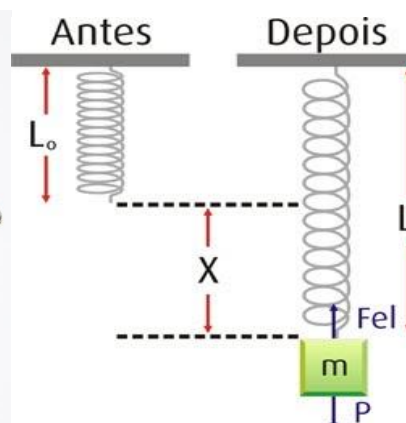
Professor: Fábio Domingui

Orientador: Éverton Fabian Jasinski

Materiais necessários por equipe:

Material	Quantidade
Mola*	1
Objetos de Massas Conhecidas	5
Objetos de Massas Desconhecidas	5
Instrumento de medida de comprimento (Régua, Trena,...)	1
Suporte para fixar a mola	1

\* A Mola escolhida deve ser testada antes de usar, verificando se após sofrer ação de uma força (ser esticada) a mesma retorna ao tamanho original.



## Roteiro do Experimento

A **Lei de Hooke** é uma Lei da Física que relaciona à elasticidade de corpos. Através dessa relação podemos calcular a força através da deformação sofrida pela mola, uma vez que a força é proporcional ao deslocamento da massa, partindo do seu ponto de equilíbrio, multiplicado pela constante elástica da mola.

Sabemos que cada mola necessita de uma força diferente para deformar uma mesma quantidade, por exemplo, é mais fácil deformarmos 10 cm de uma mola de caneta do que deformarmos 10 cm de uma mola de carro. Deste modo, através de experimentos simples, calcularemos a constante da mola ( $k$ ) que define a constante elástica de uma mola.

### Procedimento experimental

- Separe somente os materiais descritos no Roteiro de Materiais e uma caneta para anotação dos dados;
- Faça a medida da massa de 5 objetos com a balança, e escrevendo na primeira tabela de dados em ordem crescente;
- Fixe a mola no suporte, de modo a mola fica como mostrado na figura do roteiro de materiais;
- Com a régua, faça a medida do comprimento inicial da mola, ou seja, quando está relaxada e anote;
- Pendure na mola a primeira massa conhecida e após a mola entrar em equilíbrio (repouso) faça novamente a medida do comprimento da mola, anote o valor da deformação da mola que é o tamanho final menos o inicial;
- Faça o mesmo procedimento para os outros objetos;

Tamanho inicial da mola: \_\_\_\_\_

Objeto	Massa	Deformação da Mola (x)	Constante da Mola (k)

- Por fim calcule o valor médio para Constante da Mola.

Depois de obtido o valor da constante elástica da mola, podemos descobrir a massa dos 5 objetos que ainda não conhecemos.

Calculando a massa dos objetos.

- Inicie preenchendo o valor da constante da mola, com o valor encontrado na primeira parte do experimento;
- Use a mesma base com a mola agora colocando um dos objetos de massa desconhecida, após a mola parar anote o valor da deformação da mola;
- Faça o mesmo procedimento para os outros objetos;

Objeto	Constante da Mola (k)	Deformação da Mola (x)	Massa

Desafio para casa:

Partindo dos conhecimentos que você já tem sobre a Lei de Hooke e sobre a constante da mola, construa em casa uma balança de mola com a sua mola. Os pontos eficiência, criatividade e originalidade serão avaliados nesse produto criados.

### Questionário sobre o experimento da balança de mola.

1) Explique de forma rápida como funciona o fenômeno de elasticidade dos materiais.

---

---

---

2) Existe em uma oficina duas molas de 20 cm. Porém quando colocamos o mesmo objeto pendurado nas duas molas uma deforma mais do que a outra. Explique, com suas palavras, o que causa dessa diferença.

---

---

---

3) Uma mola pode ser deformada ilimitadamente?

---

---

---

4) Tendo como base o experimento realizado em sala de aula. Qual é a relação existente entre uma mola e a força peso dos objetos?

---

---

---

5) Quais são os motivos das incertezas nas medidas realizadas?

---

---

---

6) João encontra uma mola em perfeito funcionamento e resolve fazer alguns testes com esta mola, inicialmente ele mede o tamanho original da mola e chega ao valor de 17 cm, em seguida prende a mola ao teto e coloca um objeto de massa 18 kg preso a mola. Por fim João mediu novamente a mola e chegou a 39,5 cm. Ao colocar um objeto de massa desconhecida o tamanho final foi 25 cm, qual a massa do objeto desconhecido?

## **Apêndice B**

### **Eletroímã**

Este material é destinado a docentes interessados em trabalhar com projetos ou aulas experimentais, dentro da sala de aula, de uma forma diferenciada baseada na autonomia do aluno que terá liberdade para desenvolver seu próprio experimento. Tendo como o tema a indução eletromagnética, se produziu esta cartilha sobre o experimento do eletroímã, com detalhes de montagem, sugestões de atividades relacionadas e dicas que podem trazer um melhor resultado na sua aplicação. O experimento trabalha os conceitos sociais de responsabilidade, trabalho em equipe e socialização, além de englobar conteúdos como eletricidade, magnetismo, materiais ferro magnéticos e indução eletromagnética.

A atividade tem o propósito de ensinar ao aluno a produzir sua próprio eletroímã, uma ferramenta usada em diversos aparelhos como motores, faróis de carro, campainhas, discos-rígidos. Assim podendo mostrar na prática a relação dos conhecimentos adquiridos na sala de aula com os materiais do seu cotidiano, além de despertar o interesse do aluno em realizar outros experimentos em casa ou na escola.

O recomendado é que o experimento seja aplicado em alunos que já tenham um conhecimento básico sobre campo elétrico, corrente elétrica e campo magnético.

#### **Relação entre a eletricidade e o magnetismo**

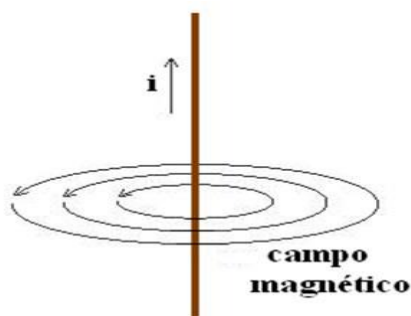
Durante vários séculos os fenômenos elétricos e magnéticos eram considerados totalmente independentes um do outro. Porém no ano de 1820, o físico Hans Christian Oersted, através de uma série de experimentos observa que uma corrente elétrica que passa através de um fio condutor, tem a propriedade de desviar a direção da agulha de uma bússola, a deixando perpendicular com relação a direção da corrente elétrica. Com isso a única



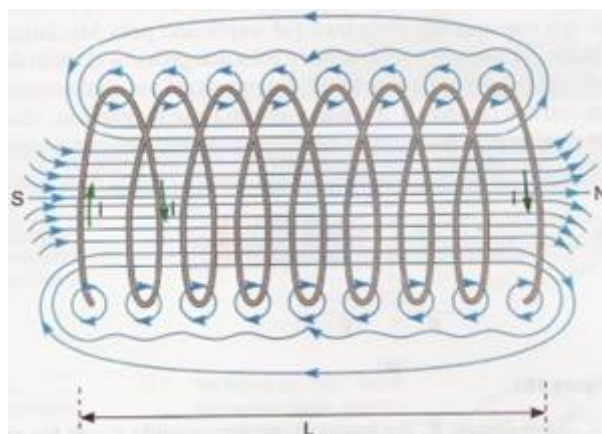
conclusão que Oersted teve foi que uma corrente elétrica que passa através de um fio condutor produzia um campo magnético capaz perpendicular a direção do fio. Com essa conclusão o processo inverso (campo magnético produzir corrente elétrica) começou a ser pesquisado, sendo comprovado somente após 12 anos, com os estudos de Michael Faraday. A união dessas duas descobertas acabaram tendo grande contribuição para física, abrindo as portas para o estudo do que chamamos de Eletromagnetismo, este por outro lado permitiu a geração de energia elétrica acessível a todos e a criação de diversos aparelhos eletrônicos que auxiliam a sociedade na vida moderna.

### **Campo magnético produzido por uma bobina**

Uma bobina pode ser descrita como um fio condutor elétrico enrolado em torno de si mesmo, ou de sobre um outro metal condutor. A sua função é de gerar um campo magnético usando o mesmo princípio descoberto por Oersted que diz: “Toda a corrente elétrica que passa através de fio condutor produz um campo magnético com direção perpendicular a direção da corrente”.



O campo magnético é uma grandeza vetorial no qual tem sua intensidade de campo magnético total definida a partir da soma vetorial de todos os campos produzidos individualmente. A partir do momento que uma corrente elétrica passa através da bobina cada volta do fio condutor produz um campo magnético de igual intensidade, direção e sentido, logo o número de voltas ( $n$ ) é um fator diretamente proporcional a intensidade do campo magnético produzido.



Os outros fatores que influenciam no cálculo do campo magnético (B) são a constante de permeabilidade magnética ( $\mu$ ) e a intensidade da corrente elétrica (i) que são diretamente proporcionais, além do comprimento da bobina (l) que é inversamente proporcional. Também podemos encontrar em livros de outra forma, onde a proporção de número de voltas pelo comprimento da bobina é uma grandeza chamada na física de densidade de espiras

$$B = \frac{\mu \cdot i \cdot n}{l}$$

### Atividade Experimental

A proposta de atividade experimental é utilizar um eletroímã produzido pelos alunos para calcular o campo magnético produzido. O diferencial será que eles serão responsáveis por trazer o material e executar o experimento. Dividindo os alunos em grupo, se propõe uma data para realização do mesmo, nessa data os alunos devem trazer os materiais do roteiro de materiais.

Dica: Marque a atividade com antecedência para dar tempo de todos adquirirem os materiais e lembre a data para que todos estejam com os devidos materiais para a execução do experimento.

Explique para os alunos os locais aonde ele pode encontrar cada um dos materiais, além de mostrar algumas imagens que possam ajudar a identificar os materiais corretos. Lembre o aluno que o fio de cobre deve ser revestido ou esmaltado.

Dica: O fio de cobre pode ser encontrado em motores de aparelhos elétricos descartados.

Os alunos se basearão no roteiro do experimento que está no Anexo II para realizar o experimento. A função do professor na atividade é dar dicas que possam auxiliar as equipes na montagem e execução de seu experimento, além de acompanhar o desenvolvimento dos alunos durante a atividade.

A proposta da atividade consiste na autonomia do aluno, então os mesmo tem a responsabilidade de estarem com todos os materiais necessários para executar a montagem. Cada equipe deve montar um eletroímã e testar o mesmo em sala, para que possa ser apresentado aos colegas. Em casos que o eletroímã não funcione o professor deve intervir apontando os possíveis erros que estão sendo cometidos.

Dica: O professor deve demonstrar a forma correta que o fio deve ser enrolado e também tem que cobrar que o número de voltas seja contado e anotado.

Os eletroímãs produzidos terão diferenças básicas entre si, as maiores delas estão no número de volta do fio e no valor da corrente elétrica que passa através da bobina. Esse ponto deve ser trabalhado pelo professor, mostrando a diferença na intensidade do campo magnético para cada bobina.

Dica: O professor pode usar fontes de energia com diferentes amperagens, isso pode mostrar que diferentes correntes provocam diferentes resultados.

Dentro da atividade o professor pode avaliar os seguintes pontos:

- O funcionamento do eletroímã;
- A responsabilidade e a autonomia na atividade dos membros da equipe
- Empenho individual dos alunos na atividade;
- As respostas do questionário presentes no roteiro de materiais;
- Desafiar os alunos a construir um segundo eletroímã com melhorias;

## Roteiro de Materiais

Experimento: Eletroíma

Aplicação: Alunos do 3º ano do Ensino Médio

Conteúdo: Eletromagnetismo

Disciplina: Física

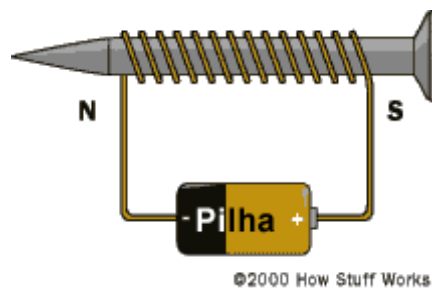
Professor: Fábio Domingui

Orientador: Éverton Fabian Jasinski

Materiais necessários por equipe:

Material	Quantidade
Fio de Cobre Esmaltado*	5 m
Fonte de Energia (Pilhas ou Baterias)	1 un
Metal ferromagnético (Pregos, Parafusos, etc...)	1 un
Pedaços de ferro, Bombril, pequenos objetos ferromagnéticos	

\* O fio deve ser um fio esmaltado, pois o esmalte é isolante evitando que ocorra um curto-circuito na bobina do eletroímã. Esse tipo de fio pode ser encontrado em bobinas de aparelhos elétricos.



## Roteiro do Experimento

Em 1820 Hans Christian Ørsted, um físico e químico dinamarquês, fez uma das maiores descobertas da física, Ørsted conseguiu identificar que as correntes elétricas que atravessam um fio condutor produzem um campo magnético em torno do fio. Partindo desse princípio, o eletroímã é um dispositivo capaz de produzir um campo magnético, muito semelhante aos dos ímãs naturais, através de uma corrente elétrica. O eletroímã contém muitas utilidades no mundo moderno pois pode ser ligado e desliga a hora que for necessário. Eles são usados em motores, auto-falantes, faróis de carros e etc.

### Montagem do Experimento

O primeiro passo é enrolar o fio no metal ferromagnético, então deixe 20 centímetros sobrando e em seguida enrole o fio de forma a que ele fique o mais justo, devemos formar um algo semelhante a uma bobina. Fazendo se possível mais de uma camada de fio, finalize deixando mais 20 centímetros de fio. O segundo passo é pegar as duas extremidades do fio e lixar, pois o fio é esmaltado, assim permitindo a passagem da corrente elétrica.

Com o material pronto coloque cada uma das extremidades em um dos polos da fonte de energia. Com isso a corrente que passa por cada uma das espiras (voltas de fio) produzirá um campo magnético na direção do metal e a soma de todos os campos produzidos produzirá um campo magnético mais intenso.

Agora é só aproximar seu eletroímã de metais ferro-magnéticos e perceber o que acontece. Como recomendação não deixe o eletroímã ligado direto para evitar que a bateria descarregue e aqueça.

Usando os conhecimentos adquiridos em sala de aula responda:

1. Qual o número de voltas do eletroímã do grupo e a intensidade da sua fonte geradora de energia?
2. Qual a intensidade do campo magnético produzida pelo eletroímã do grupo?
3. Quais melhorias poderiam ser aplicadas ao eletroímã para que seu campo magnético seja mais intenso?

Desafio:

Seguindo os conhecimentos adquiridos, construa em casa um eletroímã mais forte do que seu primeiro, para que possamos comparar com os dos colegas. Você também pode fazer modificações em seu eletroímã como acrescentar botões de ligar e desligar ou identificações de pólo Norte e pólo Sul.

## Questionário sobre o experimento da balança de mola

1) Explique de forma rápida como funciona o fenômeno de Indução eletromagnética.

---

---

---

2) Através da observação de todos eletroímãs produzidos em sala, explique como o número de voltas e a fonte de energia podem influenciar na potência do eletroímã.

---

---

---

3) Em um eletroímã geramos campo magnético a partir de uma corrente elétrica, mas já sabemos que o fenômeno inverso também é possível. Mostre algumas situações onde esses dois fenômenos podem ser usados em benefício a humanidade.

---

---

---

---

---

4) Usando os dados recolhidos durante a experimentação, calcule a intensidade do campo magnético produzido pelo eletroímã de sua equipe.



## Referências Bibliográficas

ALVES, V. C.; STACHAK, M. A importância de aulas experimentais no processo ensino-aprendizagem em Física: “Eletricidade”. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2005.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais do ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 2<sup>a</sup> edição, 1980.

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências, in MOREIRA, M. A. & AXT, R., **Tópicos em ensino de Ciências**, Sagra, 1991.

AXT, R; BONADIMAN, H; SILVEIRA, F. L. O uso de ‘espirais’ de encadernação como molas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n 4, p. 593-597, ano de 2005.

BARBOSA, Joaquim de Oliveira; PAULO, Sérgio Roberto de; RINALDI, Carlos. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. **Caderno Cat. Ensino de Física**, v. 16, n. 1: p. 105-122, abr. 1999.

BONJORNO, Jose Roberto; CLINTON, Marcio R. **Física**. São Paulo. Editora FDT 2<sup>a</sup> ed Vol. 1 e Vol. 3, 2013.

BRASIL. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, ed. Nº 248, Brasília, 23 de dezembro de 1996, Seção 1, p. 1.

\_\_\_\_\_. Resolução CNE/CEB 2/2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 20.

GALIAZZI, M. do C. *et.al.* Objetivos das atividades experimentais no Ensino médio: a pesquisa coletiva como Modo de formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, vol.7, nº.2, p.249-263, 2001.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. 1<sup>a</sup> ed. 3<sup>a</sup> imp. São Paulo: Ática, 2005. p 11-29.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências – V10(2)**, pp. 227-254, 2005.

GASTÃO, Manoel Márcio. Conceitos básicos em pesquisa. IN: NEVES, Eduardo Borba; DOMINGUES, Clayton Amaral. (Org.). Manual de metodologia da pesquisa

científica. Rio de Janeiro: EB/CEP, 2007. p. 9-22. Disponível em <  
<http://eseqex.ensino.eb.br/wp->

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. Porto Alegre. Editora Bookman 12ª ed, 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas S.A, 1993.

LOPES, Deise P.M; STEIN-BARANA, Alzira C. M.; MORENO, Leandro X. Construção de um guindaste magnético para fins didáticos. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**. Vol 26, n 1: p. 199-207, abril de 2009.

MANSINI, Elcie F.; MOREIRA Marco A. **Aprendizagem Significativa condições para ocorrências e lacunas que levam a comprometimentos**. 1. ed. São Paulo: Vetor, 2008

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC, 1999.

Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio - Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Disponível em:  
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em jun./2016.

MORAES, Arthur Marques; MORAES, Itamar José. A avaliação conceitual de força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, no. 2, Junho, 2000.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora UnB, 1999

NEVES, Margarida S.; CABALLERO, Concesa; MOREIRA, Marco A.; Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem de física, em sala de aula – Um estudo exploratório, **Investigações em Ciências** – Vol 11(3) p. 383-401, 2006.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em:  
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgJpIAG/livro-metodologia-trabalho-cientifico-metodos-tecnicas-pesquisa-trabalho-academico-2-ed-prodanov>>. Acesso em 03 fev. 2016.

SILVA, O. G.; NAVARRO, E. C. A relação professor-aluno no processo ensino aprendizagem. **Revista Eletrônica da Univar**, nº 8, vol - 3, p. 95 -100, 2012.

SILVA, Otto H. M. da; REIS JR, Elival Martins dos. Atividades experimentais: uma estratégia para o ensino de física. **Cadernos Intersaberes**. Vol. 1, n.2, p.38-56. Jan./Jun. 2013

THOMAZ, Marília Fernandez. A experimentação e a formação de professores de ciências: Uma reflexão. **Caderno Cat. Ensino de Física**, v.17, n.3: p.360-369, dez./2000.

VALADARES, E. C. ; MOREIRA, A. M. . Ensinando Física Moderna para o segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 15, n. 2, p. 121-135, 1998.

WATANABE, Márcio. **Desenvolvimento e avaliação de uma hipermídia sobre o tema radioatividade visando à aprendizagem significativa crítica**. Campo Grande, MS, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Dissertação de mestrado, 2010. Disponível em:  
<[http://www.ppec.dfi.ufms.br/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Marcio\\_Watanabe.pdf](http://www.ppec.dfi.ufms.br/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Marcio_Watanabe.pdf) >  
Acesso em jul./2016.